

**LAPORAN PENELITIAN LANJUT
BIDANG ILMU**



**MODEL OPTIMASI PEMETAAN
MATA KULIAH DALAM KURIKULUM PROGRAM STUDI**

Oleh:
Dra. Asmara Iriani Tarigan, M.Si.
Sitta Alief Farihati, S.Si, M.Si.
Ir. Suroyo, M.Sc.

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TERBUKA
2012**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN LANJUT BIDANG ILMU
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS TERBUKA

1. a. Judul Penelitian : Model Optimasi Pemetaan Mata Kuliah Dalam Kurikulum Program Studi
- b. Bidang Penelitian : Bidang Ilmu
- c. Klasifikasi Penelitian : Penelitian Lanjut
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap & Gelar : Dra. Asmara Iriani Tarigan, M.Si.
 - b. NIP : 19660101 199703 2 001
 - c. Golongan/Kepangkatan : IIIc/Lektor
 - d. Jabatan Akademik : Dosen FMIPA dan Unit PAU-PPI Litgasis
Fakultas dan Unit Kerja
 - e. Program Studi : Matematika
3. Anggota Peneliti
 - a. Jumlah Anggota : 2 (dua) orang
 - b. Nama Anggota dan Unit Kerja : 1. Sitta Alief Farihati, S.Si., M.Si.
2. Ir. Suroyo, M.Sc./FMIPA
 - c. Program Studi : Matematika
4. a. Periode Penelitian : 2012
- b. Lama Penelitian : 8 (delapan) bulan
5. Biaya Penelitian : Rp. 29.990.000,-
6. Sumber Biaya : LPPM-UT
7. Pemanfaatan : a dan b
 - a. Seminar (nasional/regional)
 - b. Jurnal (UT, nas, inter)
 - c. Pengabdian masyarakat
 - d. Perbaikan bahan ajar

Mengetahui,
Dekan FMIPA

Ketua Peneliti,

Dr. Nuraini Soleiman, M.Ed.
NIP. 19540730 198601 2 001

Dra. Asmara Iriani Tarigan, M.Si.
NIP. 19660101 199703 2 001

Menyetujui,
Ketua LPPM

Menyetujui,
Kepala Pusat Keilmuan

Dra. Dewi Artati Padmo Putri, M.A., Ph.D
NIP. 19610724 198701 2 001

Dra. Endang Nugraheni, M.Si
NIP. 19570422 1986050 2 001

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Untuk memberikan pelayanan kepada mahasiswa yang tersebar di seluruh Indonesia, Universitas Terbuka (UT) menyediakan beberapa layanan seperti layanan informasi, layanan bantuan belajar, layanan bimbingan akademik, dan layanan administrasi akademik. Layanan disediakan untuk membantu mahasiswa mengatasi masalah akademik maupun administrasi akademik selama belajar di UT. Layanan bimbingan akademik meliputi layanan konsultasi mengenai strategi belajar, cara belajar, pemilihan program studi, pemilihan mata kuliah, dan konsultasi Tugas Akhir Program (TAP). Bimbingan akademik dapat diterima mahasiswa dengan menghubungi fakultas dan/atau staf akademik di UPBJJ-UT melalui surat, telepon, e-mail, atau mendatangi langsung.

Mahasiswa Program Pendidikan Dasar UT meregistrasi mata kuliah setiap semester sesuai dengan mata kuliah yang sudah ditetapkan pada semester yang dilalui. Program Studi (PS) menetapkan mata kuliah-mata kuliah yang diregistrasi mahasiswa pada satu semester tertentu dalam suatu paket semester. Sedangkan mahasiswa Program Non Pendidikan Dasar UT mempunyai kebebasan dalam memilih mata kuliah yang akan diregistrasi pada suatu semester. Mahasiswa UT dapat melakukan hal ini karena UT menawarkan semua mata kuliah setiap kali masa registrasi (semester). Namun kebebasan tersebut dibatasi oleh sistem yang membatasi waktu pelaksanaan ujian selama dua hari dan setiap hari hanya tersedia lima jam ujian. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah maksimal mata kuliah yang dapat diregistrasi dalam satu semester sebanyak 10 mata kuliah. Selain itu, setiap mata kuliah sudah ditetapkan waktu pelaksanaan ujiannya, sehingga apabila mahasiswa meregistrasi mata kuliah yang mempunyai waktu ujian yang sama maka mahasiswa hanya diperbolehkan memilih satu mata kuliah saja.

Beberapa PS di UT memberikan layanan bimbingan akademik berupa pemberian paket arahan mata kuliah kepada mahasiswa. Paket arahan mata kuliah dirancang khusus agar dapat membantu mahasiswa dalam memilih mata kuliah setiap masa registrasi. Paket arahan mata kuliah di suatu PS berupa tabel yang berisi pemetaan terhadap semua mata kuliah pada semester-semester yang akan ditempuh mahasiswa. Selama ini, PS mengembangkan paket arahan mata kuliah dengan cara manual dan belum mempunyai suatu sistem yang standar. Biasanya PS mengembangkan paket arahan mata kuliah dengan memperhatikan beberapa hal seperti: jam ujian, hubungan prasyarat antarmata kuliah, dan maksimal Sistem Kredit Semester (SKS) dalam satu semester. Oleh sebab itu perlu dikembangkan suatu sistem atau

model pemetaan mata kuliah dalam kurikulum PS yang bermanfaat untuk mengembangkan paket arahan mata kuliah. .

Dalam penelitian terdahulu, Tarigan & Suroyo (2011) memetakan mata kuliah PS Matematika FMIPA dalam paket arahan mata kuliah dengan menggunakan model optimasi. Batasan-batasan yang digunakan dalam memetakan mata kuliah terbatas pada sistem yang berlaku di UT dan dimodelkan dalam bentuk model matematika. Tujuan pemodelan adalah memaksimalkan pemetaan mata kuliah sebanyak-banyaknya dalam paket arahan mata kuliah tersebut. Masalah pemetaan di sini merupakan masalah *integer linear programming* (ILP). ILP mempunyai fungsi objektif dan kendala yang linear serta variabel integer. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah suatu model optimasi pemetaan mata kuliah dan paket arahan mata kuliah yang memetakan semua mata kuliah yang ditawarkan sesuai dengan jam ujian yang sudah ditetapkan.

Analisis terhadap hasil penelitian tersebut terlihat bahwa sebaran mata kuliah sudah dipetakan pada jam ujian yang sudah ditetapkan. Selain batasan yang sesuai dengan sistem yang berlaku di UT, model diberikan batasan sebanyak 8 semester dan hasilnya mata kuliah ditempatkan pada semester-semester tertentu. Hasil pemetaan tersebut belum mempertimbangkan adanya hubungan materi antarmata kuliah yang disebut dengan hubungan mata kuliah berprasyarat. Selain itu, pemetaan juga belum mempertimbangkan maksimal SKS yg boleh diambil mahasiswa dan sebaran jumlah SKS setiap semesternya. Padahal dalam mengembangkan paket arahan mata kuliah, harus mempertimbangkan mata kuliah-mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat. Mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat seharusnya dipetakan secara berurutan dan mata kuliah yang menjadi prasyarat dipetakan pada semester lebih awal dari pada mata kuliah yang mempunyai prasyarat mata kuliah tersebut. Paket arahan mata kuliah juga harus menentukan jumlah SKS ideal yang dapat diambil mahasiswa setiap semesternya. Oleh sebab itu, penelitian tersebut merekomendasikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah mata kuliah berprasyarat, sebaran mata kuliah setiap semester, dan maksimal SKS yang dapat diambil mahasiswa sebagai batasan yang dapat mengoptimalkan pemetaan mata kuliah dalam paket arahan mata kuliah.

B. Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas tidak terlalu luas, maka latar belakang analisis masalah optimasi pemetaan mata kuliah dalam paket arahan mata kuliah dibatasi hanya pada PS di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UT.

C. Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan batasan-batasan yang ditetapkan dalam suatu bentuk persamaan atau pertidaksamaan dalam model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat pada paket arahan mata kuliah?
2. Bagaimana menentukan fungsi tujuan dari suatu permasalahan pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah?
3. Bagaimana memformulasikan masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah ke dalam *integer linear programming* (ILP)?
4. Bagaimana mengaplikasikan model ILP dengan menggunakan LINGO 8.0 untuk memperoleh hasil yang optimal dalam penyelesaian masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan batasan-batasan yang ditetapkan dalam suatu bentuk persamaan atau pertidaksamaan dalam model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat pada paket arahan mata kuliah.
2. Menentukan fungsi tujuan dari suatu permasalahan pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah.
3. Memformulasikan masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah ke dalam *integer linear programming* (ILP).
4. Mengaplikasikan model ILP dengan menggunakan LINGO 8.0 untuk memperoleh hasil yang optimal dalam penyelesaian masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam suatu paket arahan mata kuliah.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi model penyusunan paket arahan mata kuliah pada PS di FMIPA-UT dan PS lainnya di lingkungan UT.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengembangan model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam paket arahan mata kuliah berdasarkan sistem kurikulum UT, penelitian terdahulu, teori *Linear Programming* (LP), *Integer Linear Programming* (ILP), dan Metode *Branch and Bound* untuk menyelesaikan masalah *Integer Programming* (IP).

A. Sistem Kurikulum UT

UT sebagai perguruan tinggi jarak jauh mempunyai sistem kurikulum yang berbeda dengan perguruan tinggi tatap muka. Perbedaan tersebut meliputi sistem registrasi mata kuliah, sistem pembelajaran, dan sistem ujian.

Sistem registrasi mata kuliah adalah tahapan yang dilakukan mahasiswa untuk memilih mata kuliah yang akan diregistrasi dalam suatu semester. Mata kuliah yang dipilih sesuai dengan program studi yang dipilih mahasiswa dan dapat dilihat pada katalog UT. Dalam memilih mata kuliah, mahasiswa dianjurkan untuk melihat kode mata kuliah dan dimulai dengan memilih mata kuliah dengan urutan yang terendah. Kode mata kuliah menunjukkan program studi, jenjang pendidikan, tahun ajaran, dan urutan mata kuliah. Contohnya mata kuliah dengan kode MATA4321. MATA menunjukkan sandi program studi yaitu program studi Matematika, angka 4 menunjukkan sandi jenjang pendidikan yaitu DIV/S1, angka 3 menunjukkan sandi tahun ajaran yaitu tahun ke-3, dan angka 4 menunjukkan urutan mata kuliah pada program studi (urutan ke-21) (Katalog 2012).

Setiap mata kuliah sudah dilengkapi waktu ujiannya yaitu hari dan jam ujian. Mahasiswa harus memilih mata kuliah yang akan diregistrasi dan memperhatikan waktu ujian dari mata kuliah yang dipilih. Mata kuliah yang dipilih adalah mata kuliah yang mempunyai waktu ujian yang berbeda. Apabila mahasiswa memilih mata kuliah dengan waktu ujian yang sama, maka mahasiswa harus memilih salah satu dari mata kuliah tersebut.

B. Hasil Penelitian Terdahulu

Tarigan *et al.* (2009) mengembangkan model optimasi penjadwalan ujian di UT dengan menggunakan formulasi *integer programming*. Model membagi mata kuliah menjadi 2 kelompok yaitu mata kuliah yang dikelola oleh PS Matematika dan mata kuliah yang dikelola oleh PS lain di luar PS Matematika. Mata kuliah yang dikelola diluar PS Matematika dipetakan sesuai dengan jadwal ujian yang sudah ditetapkan sedangkan mata kuliah yang dikelola PS Matematika dipetakan tidak mengikuti jam ujian yang sudah ditetapkan tetapi

dengan memperhatikan hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah. Keterkaitan materi mata kuliah membentuk grup-grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat dan grup mata kuliah yang menjadi prasyarat bagi mata kuliah lainnya. Mata kuliah yang berada dalam grup yang sama dipetakan pada jam yang berbeda sehingga mahasiswa harus memilih salah satu dari mata kuliah dalam grup tersebut untuk diregistrasi. Model optimasi pemetaan jam ujian dapat mengalokasikan 18 pasang mata kuliah dari 34 pasang mata kuliah pada jam yang sama.

Model optimasi pemetaan jadwal ujian didefinisikan dengan I himpunan mata kuliah, J himpunan jam ujian yang tersedia, IM himpunan kelompok mata kuliah MKDU, IP himpunan kelompok mata kuliah program studi, IB himpunan kelompok mata kuliah bersama, IG himpunan grup mata kuliah program studi, dan IR himpunan pasangan mata kuliah yang berelasi. Fungsi tujuan model untuk memaksimalkan pemetaan pasangan mata kuliah berprasyarat

$$\text{Maksimalkan } z = \sum_{(i,k),j} y_{(i,k),j},$$

variabel keputusan untuk mengalokasikan mata kuliah pada satu jam ujian

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ dijadwalkan pada jam ke- } j \\ 0, & \text{lainnya.} \end{cases}$$

dan untuk mengalokasikan pasangan mata kuliah pada jam yang sama

$$y_{(i,k),j} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ dan } k \text{ dijadwalkan pada jam ke- } j \text{ } (x_{i,j} = 1 \text{ dan } x_{k,j} = 1) \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan $i \neq k$, dan $(i,k) \in IR = IP \times IP$.

Model batasan penjadwalan ujian seperti berikut

$$\sum_j x_{i,j} = 1, \forall i.$$

$$x_{i,j} = 1, \forall i \text{ dengan } i \in IM \text{ dan } i \in IB, \text{ dan } j \in J.$$

$$\sum_i x_{i,j} \leq 1, \forall j \text{ dengan } i \in IG.$$

$$y_{(i,k),j} - x_{i,j} \leq 0,$$

$$y_{(i,k),j} - x_{k,j} \leq 0, \text{ dan}$$

$$x_{i,j} + x_{k,j} - y_{(i,k),j} \leq 1, \forall (i,k), j \text{ dengan } i \neq k, \text{ dan } (i,k) \in IR = IP \times IP.$$

Tarigan dan Suroyo (2011) memetakan mata kuliah PS Matematika FMIPA dalam paket arahan mata kuliah menggunakan model optimasi. Batasan yang digunakan dalam memetakan mata kuliah mengikuti sistem yang berlaku di UT seperti mata kuliah dipetakan sesuai dengan jam ujian yang ditetapkan. Selain itu dalam model ditetapkan jangka waktu menyelesaikan studi paling lama 8 semester, mata kuliah Tugas Akhir Program dipetakan pada semester 8, satu mata kuliah dipetakan pada satu jam ujian dan satu semester, dan jumlah mata kuliah yang dipetakan pada satu semester maksimal 10 mata kuliah. Mata kuliah yang mempunyai jam ujian yang sama dikelompokkan menjadi satu grup dan dipetakan pada semester yang berbeda. Tujuan pemodelan untuk memaksimalkan pemetaan mata kuliah sebanyak-banyaknya dalam paket arahan mata kuliah tersebut. Penelitian ini menghasilkan suatu model optimasi pemetaan mata kuliah dan paket arahan mata kuliah yang memetakan semua mata kuliah sesuai batasan yang sudah ditetapkan.

Model optimasi paket arahan mata kuliah PS Matematika diformulasikan dengan *integer linear programming* dan didefinisikan I himpunan mata kuliah, J himpunan jam ujian, K himpunan semester, dan IG himpunan grup mata kuliah yang mempunyai jam yang sama. Fungsi objektif pemetaan mata kuliah pada paket arahan mata kuliah

$$\text{maksimumkan } z = \sum_{i,j,k} x_{i,j,k}$$

dengan variabel keputusan untuk mengalokasikan mata kuliah pada satu jam ujian dan satu semester adalah:

$$x_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ dipetakan pada jam ujian ke-} j \text{ dan semester ke-} k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Batasan yang dipergunakan untuk membuat jadwal ujian,

$$\sum_{j,k} x_{i,j,k} = 1, \forall i \text{ dengan } i \in I.$$

$$\sum_k x_{i,j,k} = 1, \forall i, j \text{ dengan } i \in I \text{ dan } j \in J.$$

$$x_{44,j,8} = 1, \text{ dengan } j \in J.$$

$$\sum_{j,k} x_{i,j,k} \leq 1, \forall i \text{ dengan } i \in IG.$$

$$\sum_i x_{i,j,k} \leq 1, \forall j, k \text{ dengan } i \in IG, j \in J \text{ dan } k \in K.$$

$$\sum_{i,j} x_{i,j,k} \leq 10, \forall k \text{ dengan } k \in K.$$

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \leq 8, \forall j \text{ dengan } j \in J.$$

C. *Linear Programming*

Linear Programming menggunakan model matematik untuk menggambarkan suatu masalah. Sifat *linear* berarti bahwa semua fungsi matematik di model ini berbentuk fungsi *linear*. LP melibatkan perencanaan dari suatu aktivitas untuk mendapat hasil yang optimal, yakni hasil yang mencapai tujuan terbaik yang sudah ditentukan (menurut model matematik) dari antara semua alternatif yang dapat diselesaikan (fisibel) (Hillier dan Lieberman, 1995).

Bentuk standar untuk model umum LP dapat diformulasikan dengan menggunakan matriks seperti berikut:

Maksimumkan $Z = \mathbf{c}\mathbf{x}$,

terhadap $\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$

dan $\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$, (1)

dengan \mathbf{c} adalah vektor baris

$$\mathbf{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]$$

\mathbf{x} , \mathbf{b} , dan $\mathbf{0}$ adalah vektor kolom

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}, \text{ dan } \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix},$$

dan \mathbf{A} adalah matriks

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Untuk mendapatkan bentuk yang diperbesar dari masalah, buat variabel *slack* yang berupa vektor kolom

$$\mathbf{x}_s = \begin{bmatrix} x_{n+1} \\ x_{n+2} \\ \vdots \\ x_{n+m} \end{bmatrix}$$

sehingga kendala-kendala menjadi

$$[A, I] \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} = \mathbf{b} \text{ dan } \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} \geq \mathbf{0}$$

dengan I adalah matriks identitas berukuran $m \times m$, dan vektor nol $\mathbf{0}$ mempunyai $n+m$ elemen (Hillier dan Lieberman, 1995).

C. Integer Programming

Model *integer programming* (IP) atau *integer linear programming* (ILP) adalah suatu model *linear programming* dengan satu atau lebih variabel keputusan disyaratkan bilangan bulat (*integer*). Jika semua variabel harus berupa bilangan *integer*, maka masalah tersebut disebut *pure integer programming*. Jika hanya sebagian yang harus *integer* maka disebut *mixed integer programming* (Hillier dan Lieberman 1995).

Bentuk umum model matematis *integer programming* sama dengan model matematis *linear programming*, hanya pada model *integer programming* diberikan syarat tambahan, yaitu nilai semua variabel keputusannya harus integer.

Model *integer programming* dapat juga digunakan untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan jawaban ya atau tidak (*yes or no decision*). Keputusan yang membutuhkan hanya dua pilihan jawaban digambarkan dengan memberikan nilai keputusan, 0 dan 1. Keputusan ya atau tidak diwakili oleh variabel, misalkan x_j , dimana

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{jika keputusan ke-} j \text{ adalah ya} \\ 0, & \text{jika keputusan ke-} j \text{ adalah tidak.} \end{cases}$$

Setiap variabel disebut variabel biner (variabel 0–1). Sehingga model *integer programming* yang mempunyai variabel keputusan 0–1 disebut sebagai masalah *integer programming* 0–1 (Hillier dan Lieberman 1995).

D. Linear Programming Relaksasi

Linear programming relaksasi (LP-Relaksasi) merupakan LP yang diperoleh dari suatu IP dengan menghilangkan kendala *integer* pada setiap variabel (Hillier dan Lieberman 1995).

E. Metode Branch and Bound

Salah satu cara untuk menyelesaikan masalah *integer programming* adalah dengan metode *branch and bound*. Metode *branch and bound* banyak dipakai dalam program komputer untuk aplikasi masalah riset operasi. Prinsip dasar metode *branch and bound*

adalah dengan memecah daerah fisibel dari masalah LP-relaksasi dengan membuat subproblem-subproblem yang mengarah ke solusi. Cara seperti ini disebut pencabangan (*branching*). Daerah fisibel suatu *linear programming* adalah daerah yang memuat titik-titik yang dapat memenuhi kendala linear masalah *linear programming* (Taha 2003).

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode *branch and bound* untuk masalah maksimisasi (Taha 2003).

Langkah 0

Batas bawah awal nilai objektif dari ILP optimum ditentukan yaitu $z = -\infty$. Misalkan $i = 0$.

Langkah 1 (*Fathoming/bounding*)

LP_i sebagai subproblem dipilih untuk diselesaikan. Jika salah satu dari kondisi berikut dipenuhi, maka LP_i tidak lagi dilakukan pencabangan atau disebut *fathomed*. Adapun kondisi-kondisi tersebut adalah:

1. nilai z optimal dari LP_i tidak dapat menghasilkan nilai objektif yang lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan,
2. LP_i menghasilkan solusi *integer* fisibel yang lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan,
3. LP_i tidak mempunyai solusi yang fisibel

LP_i diselesaikan dan diperiksa.

- a. Jika LP_i *fathomed* dan solusi yang diperoleh lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan maka batas bawah z diperbaharui. Jika semua subproblem *fathomed*, proses dihentikan. ILP optimum digabungkan dengan batas bawah yang diberikan, jika ada. Jika tidak, dipilih $i + 1$ dan ulangi langkah 1.
- b. Jika LP_i *not fathomed*, proses dilanjutkan ke langkah 2 untuk melakukan pencabangan pada LP_i .

Langkah 2 (*Branching*)

Salah satu variabel x_j dipilih yang mempunyai nilai optimum x_j^* dalam solusi LP_i tidak *integer*. Bidang

$$\lfloor x_j^* \rfloor < x_j < \lfloor x_j^* \rfloor + 1$$

dieliminasi dengan membuat dua subproblem LP yang berkaitan menjadi dua batasan yang tidak dapat dipenuhi secara bersamaan yaitu :

$$x_j \leq \lfloor x_j^* \rfloor \text{ dan } x_j \geq \lfloor x_j^* \rfloor + 1.$$

$i + 1$ dan lanjutkan ke langkah 1.

($\lfloor x_j^* \rfloor$) didefinisikan sebagai bilangan bulat (*integer*) terbesar yang kurang dari atau sama dengan x_j^*).

Untuk memudahkan pemahaman metode *branch and bound* diberikan contoh sebagai berikut:

Contoh 2.1: (Taha 2003)

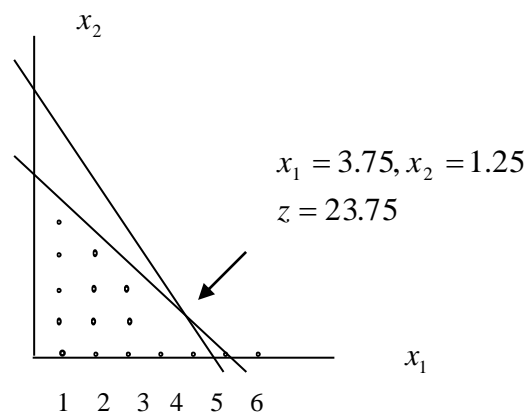
Maksimumkan $z = 5x_1 + 4x_2$

terhadap $x_1 + x_2 \leq 5$

$$10x_1 + 6x_2 \leq 45$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ dan integer} \quad (2)$$

Ruang solusi dari ILP (2) diperlihatkan oleh titik-titik pada Gambar 1.



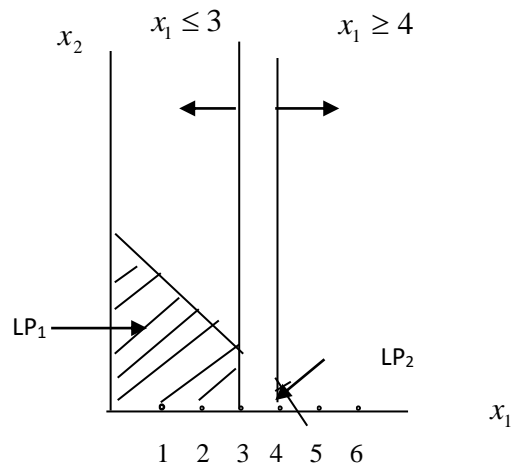
Gambar 1 Daerah fisibel *IP*.

Gambar 1 menunjukkan bahwa solusi optimum dari LP-Relaksasi (LP_0) adalah $x_1 = 3.75, x_2 = 1.25$ dengan $z = 23.75$.

Solusi optimum tersebut tidak memenuhi persyaratan *integer*, maka subproblem yang baru harus dibuat. Variabel x_j pada solusi optimum LP-Relaksasi dipilih secara sembarang yaitu yang tidak memenuhi persyaratan *integer*, misalnya $x_1 = 3.75$. Bidang ($3 < x_1 < 4$) bukan daerah fisibel bagi masalah ILP, oleh karena itu bidang tersebut dieliminasi dan didefinisikan LP_1 dan LP_2 dengan ruang solusi adalah sebagai berikut:

1. Ruang $LP_1 = \text{ruang } LP_0 + (x_1 \leq 3)$.
2. Ruang $LP_2 = \text{ruang } LP_0 + (x_1 \geq 4)$.

Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat dua ruang solusi untuk LP_1 dan LP_2 yang ditunjukkan pada daerah yang diarsir.



Gambar 2 Ruang solusi LP_1 dan LP_2 dalam grafik.

Gambar 2 dapat menunjukkan adanya batasan baru $x_1 \leq 3$ dan $x_1 \geq 4$ yang tidak dapat dipenuhi secara bersamaan, maka LP_1 dan LP_2 harus diperiksa sebagai dua LP yang berbeda. ILP optimum akan berada di LP_1 atau LP_2 . Masalah LP_1 dan LP_2 akan diselesaikan satu per satu.

Pertama, LP_1 dipilih untuk diselesaikan seperti berikut:

Maksimumkan $z = 5x_1 + 4x_2$

terhadap $x_1 + x_2 \leq 5$

$$10x_1 + 6x_2 \leq 45$$

$$x_1 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0. \quad (3)$$

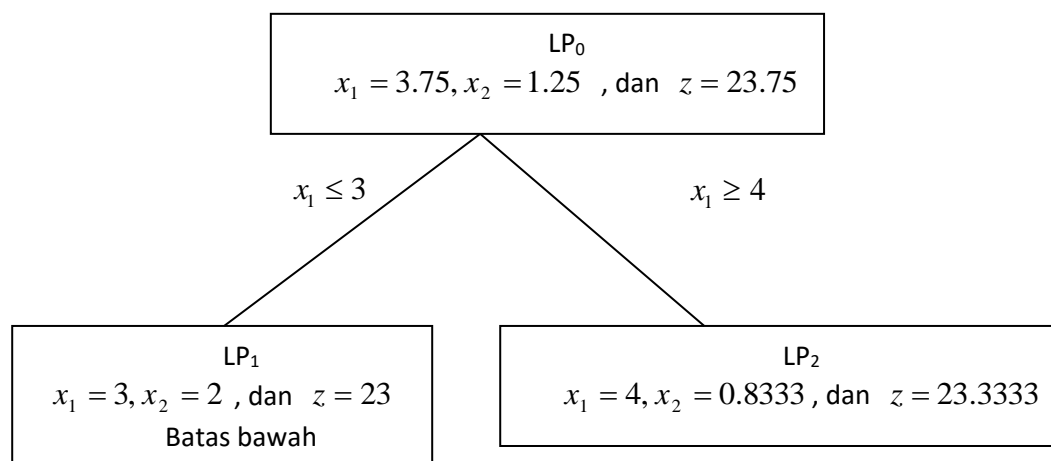
Jika LP (3) diselesaikan maka akan menghasilkan solusi optimum yaitu $x_1 = 3$, $x_2 = 2$ dan $z = 23$. Nilai $z = 23$ adalah batas bawah untuk nilai objektif optimum dari masalah ILP. Solusi LP_1 (x_1 dan x_2) memenuhi syarat *integer*. LP_1 *fathomed* sehingga tidak perlu dilakukan pencabangan.

Hasil yang diperoleh dari LP (3) yaitu $x_1 = 3$, $x_2 = 2$ dan $z = 23$ tidak dapat dikatakan sebagai solusi optimum dari masalah ILP (2) karena kemungkinan diperoleh solusi yang lebih

baik pada LP₂. Oleh karena itu selanjutnya akan diselesaikan LP₂ dan diberikan bawah bawah ILP adalah $z = 23$. Seperti yang diketahui bahwa sudah diperoleh nilai optimum dari LP₀ adalah $z = 23.75$ (nilai z tidak mungkin lebih besar dari 23.75) dan semua koefisien dari fungsi objektif telah memenuhi syarat *integer* yaitu $x_1 = 3$ dan $x_2 = 2$, sehingga tidak mungkin LP₂ akan menghasilkan solusi *integer* yang lebih baik. Akibatnya dapat dikatakan bahwa LP₂ *fathomed* sehingga tidak perlu dilakukan pencabangan.

LP₁ dan LP₂ telah diperiksa dan keduanya *fathomed* (LP₁ menghasilkan solusi *integer* dan LP₂ tidak dapat menghasilkan solusi *integer* yang lebih baik). Jadi diperoleh kesimpulan bahwa solusi optimum ILP adalah $x_1 = 3$, $x_2 = 2$, dan $z = 23$.

Konsep pencabangan algoritme *branch and bound* pada masalah ILP dapat dilihat pada Gambar 3 dan penghitungan nilai-nilai variabel dilakukan dengan menggunakan *LINGO* 8.0.



Gambar 3 Pencabangan variabel x_1 untuk membuat LP₁ dan LP₂.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

1. Pendeskripsian dan Formulasi Masalah

Dalam mengembangkan model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat pada paket arahan mata kuliah perlu dilakukan pendeskripsian masalah. Tahapan dalam pendeskripsian masalah meliputi :

- **Menentukan latar belakang masalah**

Latar belakang masalah penelitian, PS mengembangkan paket arahan mata kuliah dengan cara manual dengan memperhatikan jam ujian, hubungan prasyarat antarmata kuliah, dan maksimal SKS dalam satu semester. PS belum mempunyai suatu sistem pengembangan paket arahan mata kuliah yang standar. Oleh sebab itu perlu dikembangkan suatu sistem atau model pengembangan paket arahan mata kuliah yang dapat digunakan oleh setiap PS di lingkungan UT, sehingga diharapkan proses pengembangan paket arahan tersebut lebih sistematis. Untuk itu dilakukan analisis terhadap pemetaan mata kuliah dalam paket arahan mata kuliah yang sudah dilakukan setiap PS di FMIPA-UT. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pola pemetaan mata kuliah yang dilakukan PS dalam menyusun paket arahan mata kuliah. Hasil analisis ini berguna untuk membuat sistem atau model pengembangan paket arahan mata kuliah di FMIPA UT.

- **Menentukan tujuan**

Secara umum tujuan model pengembangan paket arahan mata kuliah adalah memaksimalkan pemetaan mata kuliah yang berprasyarat pada paket arahan mata kuliah sesuai dengan sistem yang berlaku di UT dan batasan tambahan yang ditetapkan oleh pengembang model paket arahan mata kuliah.

- **Menentukan data yang diperlukan**

Data yang diperlukan adalah mata kuliah sesuai kurikulum suatu PS, jam ujian setiap mata kuliah, deskripsi mata kuliah, dan urutan kode mata kuliah yang menunjukkan hubungan prasyarat antarmata kuliah, jumlah SKS setiap mata kuliah.

- **Menentukan batasan**

Batasan masalah ini adalah mata kuliah yang ditawarkan oleh PS, jam ujian, jumlah SKS, urutan prasyarat mata kuliah.

- **Menentukan asumsi**

Asumsi mengembangkan model paket arahan mata kuliah adalah menggunakan mata kuliah dalam katalog tahun 2012.

- Mendefinisikan mata kuliah berprasyarat

Urutan mata kuliah berprasyarat berdasarkan urutan sandi tahun ajaran pada kode mata kuliah dan hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah PS.

Setelah dilakukan pendeskripsian masalah di atas, selanjutnya masalah diformulasikan dalam bentuk ILP dan diselesaikan dengan metode yang sesuai.

2. Pengembangan Model Optimasi

Pengembangan model optimasi adalah tahap merepresentasikan formulasi masalah dalam bentuk model matematik yaitu dalam bentuk sistem persamaan atau pertidaksamaan atau ekspresi matematik lainnya. Masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat pada paket arahan mata kuliah dimodelkan sebagai model ILP. Model harus dapat menghasilkan tujuan pengoptimalan dan batasan-batasan yang diberikan dalam mencapai tujuan tersebut.

3. Menentukan Solusi Model

Hasil pengembangan model optimasi diperoleh pada tahap sebelumnya diinterpretasikan dalam bentuk pemrograman komputer, yaitu menggunakan *software LINGO 8.0*. Untuk mendapatkan solusi ILP yang optimal, penelitian ini menggunakan metode *branch and bound*.

4. Implementasi Model

Pada tahapan implementasi model dilakukan simulasi model dengan menggunakan data mata kuliah PS Matematika FMIPA tahun 2012. Proses simulasi juga meliputi verifikasi model. Verifikasi ini dilakukan untuk mengetahui valid tidaknya model yang dihasilkan. Untuk mengetahui model optimasi yang diperoleh dapat dipergunakan secara umum di lingkungan UT, maka model akan diimplementasikan juga pada PS lain di UT.

B. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian selama 8 bulan mulai bulan April sampai bulan Nopember 2012.

BAB IV. HASIL PENELITIAN

A. Pemetaan Mata Kuliah Program Studi di FMIPA UT

1. Evaluasi dan Analisis Pemetaan Mata Kuliah Program Studi di FMIPA UT

Selama ini, pengembangan paket arahan mata kuliah dilakukan secara manual. Setiap PS melakukan pemetaan mata kuliah dengan cara yang berbeda-beda. Salah satu cara yang digunakan PS untuk memetakan mata kuliah pada paket arahan mata kuliah berdasarkan sandi tahun ajaran, kemudian memetakan jam ujian, mata kuliah berprasyarat, dan jumlah SKS dalam satu semester. Cara yang lain adalah menggunakan urutan yang berbeda.

Pada penelitian ini dilakukan evaluasi pemetaan mata kuliah pada paket arahan mata kuliah yang dikembangkan oleh PS yang terdapat di FMIPA berdasarkan sandi tahun ajaran. Dari hasil pemetaan ini diketahui ada tiga mata kuliah atau lebih yang diujikan pada jam ujian yang sama dalam tahun yang sama. Hal ini dapat menyebabkan masa studi mahasiswa menjadi lebih lama, karena dalam satu tahun hanya dua semester sedangkan mata kuliah yang mempunyai jam ujian yang sama harus ditempuh lebih dari 3 semester. Sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu hasil pemetaan mata kuliah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian. Mata kuliah dipetakan berdasarkan tahun ajaran dan dilengkapi dengan jam ujiannya. Untuk melihat hasil pemetaan tersebut, maka mata kuliah yang mempunyai tahun ajaran sama dan jam ujian sama diberikan warna yang sama. Jika terdapat tiga atau lebih mata kuliah yang mempunyai warna yang sama maka akan dianalisis karakteristik PS-nya, untuk menentukan solusi dan model pemetaan mata kuliah yang tepat.

Selain itu, untuk memperkaya hasil analisis pada evaluasi pemetaan mata kuliah pada paket arahan mata kuliah akan dilihat pula jumlah SKS dan jumlah mata kuliah yang dipetakan pada setiap tahun ajaran. Hal ini untuk mempertimbangkan jumlah maksimal SKS dan jumlah maksimal mata kuliah yang dipetakan pada setiap tahun ajaran.

Tabel 1 Pemetaan Mata Kuliah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	ADBI4210	3	I.1	1	LUHT4310	3	II.5	1	LUHT4429	3	I.1	1	LUHT4500	4	0,2	
2	BIOL4119	2	I.3	2	ISIP4216	3	II.2	2	LUHT4311	3	II.2	2	LUHT4431	2	II.5					
3	KIMD4110	3	I.3	3	LUHT4208	2	II.5	3	LUHT4312	2	I.5	3	LUHT4442	3	II.3					
4	LUHT4108	2	II.5	4	LUHT4210	3	I.1	4	LUHT4327	3	I.2	4	LUHT4448	2	I.2					
5	MKDU4110	3	II.3	5	LUHT4211	3	I.2	5	LUHT4328	2	I.3	5	LUHT4449	2	I.4					
6	MKDU4111	3	II.4	6	LUHT4212	2	II.1	6	LUHT4329	3	II.1	6	LUHT4450	2	II.2					
7	SKOM4101	3	I.2	7	LUHT4213	2	I.5	7	LUHT4330	3	II.5	7	LUHT4490	1	99					
8	ISIP4111	3	I.5	8	LUHT4217	2	II.4	8	LUHT4343	2	II.4	8	LUHT4491	4	99					
9	ISIP4112	3	II.1	9	LUHT4218	2	I.2	9	LUHT4353	2	I.4	9	BIOL4417	3	II.3					
10	MKDU4107	3	II.2	10	LUHT4219	2	II.5	10	LUHT4354	2	I.3	10	ESPA4415	3	II.1					
				11	LUHT4232	2	I.5	11	SKOM4316	3	I.4	11	SATS4411	3	I.1					
				12	LUHT4234	3	I.4	12	LUHT4344/ 4345	3	II.3									
				13	LUHT4235	3	I.1	13	ADPU4330	2	I.4									
				14	MKDU422x	3	I.5	14	LUHT4333	3	II.3									
				15	ADPU4218	3	II.2	15	SOSI4303	3	I.2									
				16	EKMA4212	2	II.3	16	SOSI4305	3	II.5									
				17	ISIP4215	3	II.3													
		28				43				42				28				4		145

Hasil analisis pemetaan mata kuliah berdasarkan sandi tahun ajaran dan berdasarkan jumlah SKS pada setiap tahun ajaran seperti berikut ini.

a. Pemetaan mata kuliah per PS berdasarkan sandi tahun ajaran.

Hasil pemetaan mata kuliah berdasarkan sandi tahun ajaran yang tercantum pada kode mata kuliah dapat dilihat pada lampiran dengan urutan sebagai berikut :

Tabel 1 adalah Pemetaan Mata Kuliah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian. Pada table ini dapat dilihat bahwa pada tahun ke-2 ada satu waktu ujian mengalokasikan 3 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 jam ujian ke-5. Mata kuliah yang diujikan adalah mata kuliah dengan kode LUHT4213, LUHT4232, dan MKDU422x. Hal yang sama juga terjadi pada hari ke-1 jam ujian ke-1 diujikan mata kuliah ADBI4210, LUHT4210, dan LUHT4235. Sedangkan pada tahun ke-3 hal ini terjadi pada hari ke-1 jam ujian ke-4 yaitu mengujikan mata kuliah dengan kode LUHT4353, SKOM4316, dan ADPU4330.

Tabel 2 Pemetaan Mata Kuliah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan (Lampiran ???). Dalam pemetaan ini dapat dilihat bahwa pada tahun ke-2 ada satu waktu ujian yang mengalokasikan 4 mata kuliah yaitu hari ke-1 jam ujian ke-5. Keempat mata kuliah tersebut adalah mata kuliah dengan kode LUHT4214, LUHT4213, LUHT4232, dan MKDU422x. Pada hari ke-1 jam ujian ke-1 diujikan 3 mata kuliah dengan kode ADBI4210, LUHT4210, dan LUHT4235. Pada tahun ke-3 dapat dilihat hal seperti ini terjadi pada hari ke-1 jam ujian ke-4 diujikan mata kuliah dengan kode LUHT4353, SKOM4316, dan ADPU4330.

Tabel 3 Pemetaan Mata Kuliah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan (Lampiran ???). Pada tahun ke-2 dapat dilihat ada satu waktu ujian dialokasikan 3 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 jam ujian ke-5 diujikan mata kuliah dengan kode LUHT4213, LUHT4232, dan MKDU422x. Pada hari ke-1 jam ujian ke-1 diujikan 3 mata kuliah dengan kode ADBI4210, LUHT4210, dan LUHT4235. Pada tahun ke-3 dapat dilihat hal seperti ini terjadi pada hari ke-1 jam ujian ke-4 diujikan mata kuliah dengan kode LUHT4353, SKOM4316, dan ADPU4330.

Tabel 4 Pemetaan Mata Kuliah PS Biologi (Lampiran ???). Tabel 4 adalah pemetaan mata kuliah PS Biologi. Pada tahun ke-3 dapat dilihat ada satu waktu ujian dialokasikan 3

mata kuliah yaitu pada hari ke-2 jam ujian ke-5 diujikan mata kuliah dengan kode BIOL4312, BIOL4327, dan BIOL4328. Hal yang sama juga terjadi pada hari ke-2 jam ujian ke-1 diujikan mata kuliah BIOL4314, PEBI4317, dan BIOL4326.

Tabel 5 Pemetaan Mata Kuliah PS Matematika (Lampiran ???). Pada tahun ke-1 dapat dilihat ada satu waktu ujian dialokasikan 3 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 dan jam ujian ke-2 diujikan mata kuliah dengan kode MATA4110, MATA4112, dan SKOM4101. Hal yang sama juga terjadi pada hari ke-2 dan jam ujian ke-1 diujikan mata kuliah BIOL4110, ISIP4112, dan MATA4101.

Tabel 6 Pemetaan Mata Kuliah PS Statistika (Lampiran ???). PS ini memetakan mata kuliah maksimal dua mata kuliah yang mempunyai jam ujian sama pada satu tahun ajaran.

Tabel 7 Pemetaan Mata Kuliah PS Teknologi Pangan (Lampiran ???). Pada tahun ke-2 dapat dilihat ada satu waktu ujian dipetakan 4 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 jam ujian ke-1 diujikan mata kuliah dengan kode ADBI4210, PANG4211, PANG4221, dan SATS4222. Hal yang sama pada hari ke-1 jam ke-4 diujikan mata kuliah dengan kode FISD4211, PANG4223, PEKI4203, dan EKMA4216. Pada tahun ke-2 juga, ada satu waktu ujian dipetakan 3 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 jam ujian ke-2 diujikan mata kuliah dengan kode BIOL4223, PANG4224, dan PANG4225. Hal yang sama pada hari ke-1 jam ujian ke-5 diujikan mata kuliah dengan kode PANG4227, MKDU422X, dan PANG4212.

Tabel 8 Pemetaan Mata Kuliah PS Perencanaan Wilayah dan Kota bidang minat Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Lampiran ???). Pada tahun ke-2 dapat dilihat ada satu waktu ujian dipetakan 3 mata kuliah yaitu pada hari ke-1 jam ujian ke-2 diujikan mata kuliah dengan kode BIOL4215, PWKL4202*, dan ESPA4219. Hal yang sama pada hari ke-2 jam ke-2 diujikan mata kuliah dengan kode PWKL4203*, PWKL4204*, dan ISIP4216.

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa hasil pemetaan mata kuliah jika berdasarkan sandi tahun ajaran untuk delapan PS di FMIPA, hanya mata kuliah PS Statistika yang memenuhi ketersediaan jumlah semester dalam satu tahun yaitu dua mata kuliah yang mempunyai jam ujian sama dipetakan pada dua semester atau dalam satu

tahun. Tujuh PS lainnya memetakan mata kuliah lebih dari dua mata kuliah yaitu tiga sampai empat mata kuliah. PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan dan PS Ilmu dan Teknologi Pangan memetakan empat mata kuliah pada jam ujian yang sama dalam tahun ajar yang sama. Hal ini dapat memperpanjang masa studi mahasiswa.

b. Pemetaan mata kuliah berdasarkan jumlah SKS per Program Studi

Hasil pemetaan mata kuliah berdasarkan jumlah SKS dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Pemetaan Mata Kuliah PS Berdasarkan Jumlah SKS

Tahun Ajaran	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan	PS Biologi	PS Matematika	PS Statistika	PS Teknologi Pangan	PS Perencanaan Wilayah dan Kota bidang minat Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan
Tahun ke-1	28	28	28	33	47	46	22	31
Tahun ke-2	43	42	42	28	32	33	57	44
Tahun ke-3	42	43	41	32	38	30	37	30
Tahun ke-4	28	28	30	42	18	24	22	33
Tahun ke-5	4	4	4	9	9	12	6	9
Total SKS	145	145	145	144	144	145	144	147

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa pada tahun ke-1 jumlah SKS yang menjadi beban studi mahasiswa minimal 22 SK dan maksimal 47 SK. Pada tahun ke-2 jumlah SKS yang menjadi beban studi mahasiswa minimal 28 SKS dan maksimal 57 SKS. Pada tahun ke-3 menjadi beban studi mahasiswa minimal 30 SKS dan maksimal 42 SKS. Sedangkan pada tahun ke-4 jumlah SKS yang menjadi beban studi mahasiswa minimal 18 SKS dan maksimal 42 SKS. Hal ini memperlihatkan bahwa jika dihitung rata-rata jumlah SKS yang dapat ditempuh mahasiswa adalah pada rentang 9 dan 28 SKS.

Menurut PP 17 tahun 2010 dan SK Mendikbud no. 232/U/2000, beban studi maksimal mahasiswa per semester dilihat dari rata-rata waktu belajar mahasiswa dalam sehari dan

kemampuan dari mahasiswa. Jumlah SKS maksimal dalam satu semester mahasiswa program S1, S2, dan S3 dianjurkan sekitar 16-20 SKS pada semester awal. Untuk semester berikutnya dapat ditentukan berdasarkan prestasi individu setiap mahasiswa dengan melihat Indeks Prestasi Mahasiswa pada suatu semester, seperti mahasiswa program S1 diperbolehkan meregistrasi mata kuliah dalam satu semester sebanyak 24 SKS.

Hasil pemetaan mata kuliah berdasarkan jumlah SKS setiap semester dapat dilihat pada Tabel 9, PS Biologi dan PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan menawarkan jumlah SKS yang merata setiap semeseternya dengan jumlah SKS setiap semester dibawah 21 SKS adalah

c. Pemetaan mata kuliah berdasarkan jumlah mata kuliah per Program Studi

Hasil pemetaan mata kuliah berdasarkan jumlah mata kuliah yang harus ditempuh mahasiswa setiap semesternya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Hasil Pemetaan Mata Kuliah PS Berdasarkan Jumlah Mata Kuliah

Jam Ujian	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan	PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan	PS Biologi	PS Matematika	PS Statistika	PS Teknologi Pangan	PS Perencanaan Wilayah dan Kota bidang minat Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan
I.1	5	7	6	4	4	4	5	4
I.2	6	5	6	6	4	6	5	4
I.3	4	4	5	5	5	3	6	5
I.4	5	5	5	5	4	3	6	4
I.5	5	7	5	3	5	4	6	3
II.1	5	5	6	6	5	5	5	5
II.2	5	5	4	2	7	6	4	5
II.3	7	6	5	4	5	4	4	5
II.4	3	3	3	6	3	6	5	6
II.5	7	5	6	5	1	5	4	4
Total MK	52	52	51	46	43	46	50	45

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa jumlah mata kuliah pada jam ujian yang sama minimal 3 dan maksimal 7 mata kuliah. Hal ini menunjukkan bahwa jika diasumsikan setiap mata kuliah yang diregistrasi mahasiswa selalu lulus (tidak pernah mengulang) maka kelompok mata kuliah yang mempunyai jam ujian yang sama dapat diselesaikan selama 3

sampai 7 semester. Namun apabila mahasiswa mengalami mata kuliah yang diregistrasi tidak lulus, maka mahasiswa harus menempuh ulang mata kuliah yang mempunyai jam ujian yang sama lebih dari 3 atau 7 semester. Jika kasus ini terjadi pada kelompok mata kuliah yang mempunyai jumlah 7 mata kuliah, maka dapat memperpanjang masa studi mahasiswa. Sehingga PS perlu mempertimbangkan dalam menenpatkan jam ujian suatu mata kuliah. PS yang menawarkan jumlah mata kuliah sebanyak 7 mata kuliah pada jam ujian yang sama adalah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian, PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan, dan PS Matematika.

Dari uraian evaluasi dan analisis hasil pemetaan mata kuliah PS di FMIPA UT, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

- Dari 8 PS di FMIPA, ada 6 PS yang memetakan mata kuliah sebanyak tiga atau lebih mata kuliah mempunyai sandi tahun ajar yang sama pada satu jam ujian yang sama. Mata kuliah tersebut terdiri dari mata kuliah yang dikelola PS sendiri (mata kuliah PS) dan mata kuliah yang bukan dikelola PS tersebut (mata kuliah non PS). Contohnya dapat dilihat pada Tabel 1, PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian memetakan mata kuliah sandi tahun ajar ke-2 kode ADBI4210, LUHT4210, dan LUHT4235 yang diujikan pada hari ke-1 jam ujian ke-1. ADBI4210 merupakan mata kuliah non PS, sedangkan LUHT4210 dan LUHT4235 merupakan mata kuliah PS. PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan memetakan mata kuliah sandi tahun ajar ke-2 kode LUHT4214, LUHT4213, LUHT4232 pada hari ke-1 jam ujian ke-5. PS Biologi memetakan mata kuliah sandi tahun ajar ke-3 kode BIOL4312, BIOL4327, dan BIOL4328 pada hari ke-2 jam ujian ke-5.
- Penempatan tiga atau lebih mata kuliah PS dengan sandi tahun ajar yang sama pada jam ujian yang sama adalah tidak masuk akal karena dalam satu tahun hanya terdapat dua semester. Apabila mata kuliah PS tersebut memang seharusnya ditempuh pada tahun sesuai dengan sandi tahun ajar maka mata kuliah yang berada pada satu kelompok tersebut ditempatkan pada jam ujian yang berbeda.
- PS yang menawarkan jumlah SKS yang tidak merata setiap semesternya dan jumlahnya diatas 21 SKS adalah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian, PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan, PS Matematika, PS Statistika, PS Teknologi Pangan, dan PS Perencanaan Wilayah dan Kota bidang minat Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

- PS yang menawarkan jumlah mata kuliah sebanyak 7 mata kuliah pada jam ujian yang sama adalah PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian, PS Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan, dan PS Matematika.

B. Solusi Pemetaan Mata Kuliah pada Paket Arahana Mata Kuliah Program Studi di FMIPA-UT
Berdasarkan kesimpulan dari evaluasi dan analisis pemetaan mata kuliah tersebut dapat disusun beberapa bentuk alternatif pemodelan sebagai solusi pemetaan mata kuliah pada paket arahan PS sebagai berikut:

1. Terdapat 6 dari 8 PS yang memetakan tiga atau lebih mata kuliah dengan sandi tahun ajar yang sama pada satu jam ujian yang sama. Apabila mata kuliah yang dipetakan pada satu jam ujian yang sama tersebut merupakan mata kuliah PS dan mata kuliah non PS maka mata kuliah non PS akan dipetakan di luar sandi tahun ajarnya.
2. Terdapat PS yang memetakan tiga atau lebih mata kuliah dengan sandi tahun ajar yang sama pada satu jam ujian yang sama. Untuk itu, akan ditentukan alternatif jam ujian untuk ketiga mata kuliah PS tersebut. Penentuan jam ujian yang baru tersebut harus memenuhi sandi tahun ajar dan mata kuliah berprasyarat.
3. Terdapat PS yang menawarkan jumlah mata kuliah sebanyak 7 mata kuliah pada jam ujian yang sama. Solusi pemodelannya adalah merancang ulang jam ujian mata kuliah yang mempunyai jam ujian yang sama tersebut.
4. Pemetaan mata kuliah bagi PS yang tidak mengalami ketiga hal di atas maka akan dimodelkan sesuai dengan pemodelan pemetaan mata kuliah berprasyarat dalam paket arahan mata kuliah. Pemodelannya akan mempertimbangkan pemerataan jumlah SKS setiap semester dan pemerataan jumlah mata kuliah setiap jam ujiannya.

Khusus untuk alternatif pemodelan nomor satu dan dua harus memenuhi persyaratan tambahan yaitu jumlah SKS setiap semester merata dan jumlah mata kuliah setiap jam ujiannya.

C. Pengembangan Model Paket Arahana Mata Kuliah Program Studi di FMIPA-UT

1. Pendeskripsian Masalah

Alternatif solusi model 1 digabungkan dengan alternatif model 4 → sebagai model umum

Alternatif solusi model 2 → model umum sama, tambah kendala khusus mata kuliah PS yang mempunyai jam ujian sama akan dibebaskan jam ujiannya

Alternatif solusi model 3 → model umum sama, jam ujian dibebaskan khusus untuk 7 mata kuliah yang mempunyai jam ujian sama

2. Pengembangan Model Optimasi

Berdasarkan hasil penelitian Tarigan *et al.* (2009) dan Tarigan & Suroyo (2011) tersebut, maka dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu mengembangkan model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat. Mata kuliah dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok mata kuliah yang materinya berkaitan dengan mata kuliah lainnya dan kelompok mata kuliah yang materinya tidak berkaitan dengan mata kuliah lainnya. Keterkaitan materi antarmata kuliah dilihat melalui deskripsi setiap mata kuliah (Tim Pengembang Deskripsi Mata Kuliah UT, 2012). Hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah dinyatakan sebagai mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang digambarkan seperti pada **Lampiran ????**. Hubungan tersebut didefinisikan sebagai pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan secara langsung. Batasan yang digunakan pada model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat adalah kombinasi beberapa batasan yang sudah dikembangkan dalam penelitian sebelumnya. Selain itu diberikan batasan tambahan untuk mencapai tujuan optimasi seperti membatasi jumlah semester, membatasi jumlah mata kuliah setiap jam ujian, membatasi jumlah SKS setiap semester, dan memetakan mata kuliah TAP pada semester tujuh.

Tujuan penelitian adalah memaksimalkan hubungan keterkaitan materi dengan memetakan mata kuliah berprasyarat secara berurutan. Hal ini sama juga dikatakan dengan meminimalkan jarak antarsemester urutan mata kuliah berprasyarat.

Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Model

1. Model 1

Secara matematis, pemetaan mata kuliah untuk rencana studi mahasiswa Program Studi Matematika FMIPA UT akan diformulasikan dalam suatu IP.

Didefinisikan:

I : himpunan mata kuliah, dengan indeks $i \in \mathbb{N}^+$

J : himpunan jam ujian, dengan indeks $j \in \mathbb{N}^+$

K : himpunan semester yang direncanakan, dengan indeks $k \in \mathbb{N}^+$.

n_i : nilai SKS setiap mata kuliah, $n_i = \{2, 3, 4, 6\}$.

IP : himpunan kelompok mata kuliah yang memiliki keterkaitan materi.

IB : himpunan kelompok mata kuliah yang tidak memiliki keterkaitan materi.

IR : himpunan pasangan mata kuliah yang saling terkait materinya secara langsung,

dengan $(i,l) \in IR, i \neq l; i,l \in IP, IR = IP \times IP$

Variabel keputusan untuk memetakan mata kuliah pada jam ujian dan semester tertentu adalah:

$$x_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ terjadwalkan pada jam ke } j \text{ dan semester ke } k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Variabel keputusan yang memetakan mata kuliah pada semester tertentu untuk menentukan fungsi objektif adalah:

$$y_{i,k} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ terjadwalkan pada semester ke } k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi objektif untuk menunjukkan jumlah jarak antarsemester dari pasangan mata kuliah yang berprasyarat adalah:

$$\text{minimalkan } z = \sum_{(i,l),k} k * y_{l,k} - k * y_{i,k} .$$

Batasan-batasan yang dipergunakan untuk membuat rencana studi adalah:

1. Setiap mata kuliah dipetakan tepat pada satu jam ujian dan satu semester.

$$\sum_{j,k} x_{i,j,k} = 1, \forall i \text{ dengan } i \in I .$$

2. Mata kuliah dipetakan pada jam ujian yang sudah ditentukan.

$$\sum_k x_{i,j,k} = 1, \forall i, j \text{ dengan } i \in I \text{ dan } j \in J .$$

3. Mata kuliah TAP dipetakan pada semester tujuh

$$\sum_j x_{i,j,k} = 1, \forall i, k \text{ dengan } i = 44 \text{ dan } k = 7 .$$

4. Setiap mata kuliah dipetakan pada jam ujian dan semester yang berbeda

$$\sum_i x_{i,j,k} \leq 1, \forall j, k \text{ dengan } i \in I .$$

5. Setiap semester paling banyak N SKS

$$\sum_{i,j} x_{i,j,k} * n_i \leq N, \forall k \text{ dengan } k \in K, 20 \leq N \leq 24.$$

6. Setiap semester dipetakan mata kuliah paling banyak 10 mata kuliah

$$\sum_{i,j} x_{i,j,k} \leq 10, \forall k \text{ dengan } k \in K.$$

7. Setiap jam ujian dipetakan mata kuliah paling banyak 8 mata kuliah

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \leq 8, \forall j \text{ dengan } j \in J.$$

8. Jarak antarsemester dari pasangan mata kuliah yang mempunyai keterkaitan materi minimal satu semester.

$$\sum_j x_{i,j,k} = y_{i,k}.$$

$$\sum_k k * y_{l,k} - k * y_{i,k} \geq 1 \text{ dengan } (i,l) \in IR$$

9. Variabel keputusan $x_{i,j,k}$ dan $y_{i,k}$ adalah variabel biner.

$$x_{i,j,k} \in \{0,1\}, \forall i,j,k.$$

$$y_{i,k} \in \{0,1\}, \forall i,k.$$

2. Model 2

Didefinisikan:

IG : himpunan grup mata kuliah yang mempunyai urutan prasyarat yang sama

IH : himpunan kelompok mata kuliah PS berkode MATA.

Variabel keputusan untuk memetakan mata kuliah pada jam ujian dan semester tertentu adalah:

$$x_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ terjadwalkan pada jam ke } j \text{ dan semester ke } k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Variabel keputusan yang memetakan mata kuliah pada semester tertentu untuk menentukan fungsi objektif adalah:

$$y_{i,k} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ terjadwalkan pada semester ke } k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi objektif untuk menunjukkan jumlah jarak antarsemester dari pasangan mata kuliah yang berprasyarat adalah:

$$\text{minimalkan } z = \sum_{(i,l),k} k^* y_{l,k} - k^* y_{i,k} + \sum_j \text{jml}(j) - \text{jml}(j-1), \text{ dengan } j \geq 2 \text{ dan } (i,l) \in IR$$

Batasan-batasan yang dipergunakan untuk membuat rencana studi adalah:

1. Setiap mata kuliah dipetakan tepat pada satu semester.

$$\sum_{j,k} x_{i,j,k} = 1, \forall i.$$

2. Mata kuliah tak berkode PS dipetakan pada jam ujian yang sudah ditentukan.

$$\sum_k x_{i,j,k} = 1, \forall i, j \text{ dengan } i \in \{I - IH\}.$$

3. Mata kuliah TAP dipetakan pada semester tujuh

$$\sum_j x_{i,j,k} = 1, \forall i, k \text{ dengan } i = 44 \text{ dan } k = 7.$$

4. Mata kuliah dalam grup yang sama dipetakan dalam jam berbeda

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \leq 1, \forall j \text{ dengan } i \in IG.$$

5. Setiap mata kuliah dipetakan pada jam ujian dan semester yang berbeda

$$\sum_i x_{i,j,k} \leq 1, \forall j, k.$$

6. Setiap semester paling banyak N SKS

$$\sum_{i,j} x_{i,j,k} * n_i \leq N, \forall k \text{ dengan } 20 \leq N \leq 24.$$

7. Setiap semester dipetakan mata kuliah paling banyak 10 mata kuliah

$$\sum_{i,j} x_{i,j,k} \leq 10, \forall k.$$

8. Setiap jam ujian dipetakan mata kuliah minimal 1 mata kuliah dan maksimal 8 mata kuliah

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \geq 1, \forall j.$$

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \leq 8, \forall j.$$

9. Jarak antarsemester dari pasangan mata kuliah yang mempunyai keterkaitan materi minimal satu semester.

$$\sum_j x_{i,j,k} = y_{i,k}.$$

$$\sum_k k * y_{l,k} - k * y_{i,k} \geq 1 \text{ dengan } (i,l) \in IR$$

10. Jumlah mata kuliah pada setiap jam ujian rata-rata sama jumlahnya

$$\sum_{i,k} x_{i,j,k} \leq \text{jml}(j), \forall j.$$

$$0 \leq \text{jml}(j) - \text{jml}(j-1) \leq 2, \forall j \text{ dengan } j \geq 2.$$

$$0 \leq \text{jml}(j) - \text{jml}(j-9) \leq 2, \text{ untuk } j = 10.$$

11. Variabel keputusan $x_{i,j,k}$ dan $y_{i,k}$ adalah variabel biner.

$$x_{i,j,k} \in \{0,1\}, \forall i,j,k.$$

$$y_{i,k} \in \{0,1\}, \forall i,k.$$

Implementasi Model

Data

Simulasi model optimasi pemetaan mata kuliah prasyarat menggunakan kurikulum PS Matematika FMIPA UT tahun 2012 (Tim Pengembang Katalog UT, 2012). Dari kurikulum tersebut terdapat 44 mata kuliah yang diindekskan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Indeks Mata kuliah

Indeks	Mata kuliah	
	Kode	Nama
1	FISD4211	Fisika Dasar I
2	FISD4212	Fisika Dasar II
3	KIMD4110	Kimia Dasar I
4	MATA4110	Kalkulus I
5	MATA4111	Kalkulus II
6	MATA4112	Aljabar Linear Elementer I
7	MATA4113	Aljabar Linear Elementer II
8	MATA4210	Kalkulus III

Indeks	Mata kuliah	
	Kode	Nama
9	MATA4213	Metode Numerik
10	MATA4220	Analisis I
11	MATA4221	Geometri
12	MATA4320	Analisis II
13	MATA4321	Aljabar I
14	MATA4322	Fungsi Kompleks
15	MATA4323	Persamaan Diferensial Biasa
16	MKDU4107	Bahasa Inggris I
17	MKDU4109	Ilmu Sosial dan Budaya Dasar
18	MKDU4110	Bahasa Indonesia
19	MKDU4111	Pendidikan Kewarganegaraan
20	MKDU4221	Pendidikan Agama Islam
	MKDU4222	Pendidikan Agama Kristen
	MKDU4223	Pendidikan Agama Katholik
	MKDU4224	Pendidikan Agama Hindu
	MKDU4225	Pendidikan Agama Buddha
21	SATS4111	Komputer I
22	SATS4121	Metode Statistik I
23	SATS4410	Pengantar Statistika Matematis I
24	BIOL4110	Biologi Umum
25	ISIP4111	Asas-asas Manajemen
26	ISIP4112	Pengantar Ilmu Ekonomi
27	MATA4101	Pengantar Matematika
28	MATA4230	Pemrograman Linear
29	MATA4232	Himpunan Kabur
30	MATA4324	Pemodelan Matematis
31	MATA4332	Analisis Numerik
32	MATA4343	Riset Operasional I
33	MATA4344	Riset Operasional II
34	MATA4350	Matematika Finansial
35	MATA4431	Metode Matematis I
36	MATA4432	Metode Matematis II
37	MATA4436	Aljabar II
38	MATA4443	Analisis Jaringan
39	SATS4221	Pengantar Probabilitas
40	SATS4311	Asuransi I
41	SATS4323	Metode Peramalan
42	SATS4510	Metodologi Penelitian
43	SKOM4101	Pengantar Ilmu Komunikasi
44	MATA4500	Tugas Akhir Program

Berdasarkan deskripsi mata kuliah diperoleh hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah yang digambarkan dalam rangkaian keterkaitan materi mata kuliah pada Lampiran ??? dan atau Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Mata kuliah dan Mata kuliah Prasyarat

No.	Mata kuliah	Mata kuliah Prasyarat
1.	Kalkulus I	Pengantar Matematika
2.	Kalkulus II	Kalkulus I
3.	Kalkulus III	Kalkulus II
4.	Fisika Dasar II	Fisika Dasar I
5.	Aljabar Linear Elementer I	Pengantar Matematika
6.	Aljabar Linear Elementer II	Aljabar Linear Elementer I
7.	Analisis I	Pengantar Matematika
8.	Analisis II	Analisis I
9.	Geometri	Pengantar Matematika
10.	Pemrograman Linear	Kalkulus I
11.	Riset Operasional I	Pemrograman Linear

No.	Mata kuliah	Mata kuliah Prasyarat
		Analisis Jaringan
12.	Riset Operasional II	Riset Operasional I
13.	Pemodelan Matematis	Kalkulus II
14.	Analisis Jaringan	Riset Operasional I
15.	Himpunan Kabur	Kalkulus I
		Kalkulus I
		Aljabar Linear Elementer I
16.	Persamaan Diferensial Biasa	Aljabar Linear Elementer I
		Kalkulus II
17.	Metode Matematis I	Persamaan Diferensial Biasa
18.	Metode Matematis II	Metode Matematis I
19.	Metode Numerik	Persamaan Diferensial Biasa
20.	Analisis Numerik	Metode Numerik
21.	Aljabar I	Aljabar Linear Elementer II
22.	Aljabar II	Aljabar I
23.	Matematika Finansial	Kalkulus II
24.	Fungsi Kompleks	Kalkulus I
		Kalkulus II
25.	Metode Statistika I	Kalkulus I
26.	Asuransi I	Metode Statistika I
27.	Metode Peramalan	Metode Statistika I
28.	Pengantar Probabilitas	Metode Statistika I
29.	Pengantar Statistika Matematis I	Pengantar Probabilitas
		Analisis II
30.	Tugas Akhir Program	Aljabar I
		Pengantar Statistika
		Matematika I
		Persamaan Diferensial Biasa

Dari Tabel 2 terlihat ada sebanyak 30 mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat dan 38 pasang mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat. Jumlah mata kuliah prasyarat dari satu mata kuliah bervariasi yaitu 1 sampai 4 mata kuliah.

Ujian Akhir Semester dilaksanakan selama 2 hari dan setiap hari tersedia 5 jam ujian yang dinyatakan dengan jam ujian ke-1, jam ujian ke-2, jam ujian ke-3, jam ujian ke-4, dan jam ujian ke-5. Untuk memudahkan pemodelan maka jumlah jam ujian dibagi menjadi 10 jam ujian, hari pertama jam ke-1 diberi indeks 1, hari pertama jam ke-2 diberi indeks 2 sampai dengan hari pertama jam ke-5 diberi indeks 5. Pada hari kedua jam ke-1 diberi indeks 6, sampai dengan jam ke 5 diberi indeks 10.

Verifikasi Model

Model optimasi pemetaan mata kuliah berprasyarat diverifikasi untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan sudah valid dan sesuai dengan masalahnya. Verifikasi model dilakukan dengan metode *branch and bound* pada *software LINGO 8.0*. Verifikasi model menunjukkan semua mata kuliah terpetakan dalam suatu rencana studi dan urutan prasyarat antarmata kuliah terpenuhi. Penulisan program dapat dilihat pada Lampiran ?????.

Simulasi Model

Simulasi model pemetaan mata kuliah berprasyarat pada mata kuliah PS Matematika dilakukan dengan beberapa alternatif, yaitu dengan memberikan batasan jumlah maksimal SKS per semester yang berbeda-beda yang akan diregistrasi mahasiswa pada satu semester. Hal ini dilakukan agar mahasiswa dapat memilih rencana studi yang sesuai dengan kebutuhannya. Diberikan sebanyak lima alternatif rencana studi bagi mahasiswa baru (0 SKS) PS Matematika FMIPA UT, yaitu dengan jumlah maksimal SKS persemester sebanyak 20 SKS, 21 SKS, 22 SKS, 23 SKS, dan 24 SKS.

Hasil simulasi model untuk setiap jumlah SKS maksimal per semester (21 SKS, 22 SKS, 23 SKS, dan 24 SKS) memperoleh nilai fungsi objektif 58, kecuali untuk maksimal 20 SKS per semester nilai objektifnya 59. Hal ini berarti dari 37 pasang mata kuliah yang terkait materinya, jarak antarsemester untuk setiap pasang mata kuliah yang terkait minimal 1 semester.

Rencana studi dengan jumlah SKS maksimal sebesar 20 SKS per semester dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah SKS minimal sebesar 14 SKS pada semester 3. Nilai fungsi objektif 60.

Tabel 3. Rencana Studi Maksimal 20 SKS per semester

Jam Ujian	Semester							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		Komputer I				Metode Matematis I	Metode Numerik	Analisis Numerik
2		Alj. Lin. Elementer I	Kalkulus I				Riset Opr. I	Peng. Ilmu Komunikasi
3		Geometri		Kalkulus II	Pers. Dif. Biasa	Pemodelan Matematis		Kimia Dasar I
4	Fisika Dasar I	ISBD	Met. Penelitian			Mat. Finansial		
5	Asas-asas Manajemen		Pend. Agama	Analisis Jaringan	Asuransi I			Riset Opr. II
6	Pengantar Matematika	Peng. Ilmu Ekonomi			Kalkulus III		Metode Matematis II	Biologi Umum
7	Bahasa Inggris		Alj. Lin. Elementer II	Himpunan Kabur	Peng. Probabilitas	Aljabar I	Met. Peramalan	Aljabar II
8	Bahasa Indonesia	Fisika Dasar II		Pemrograman Linear	Fungsi Kompleks	Peng. Stat. Mat I		
9	Pend. Kewarganegaraan	Analisis I	Analisis II					
10				Metode Statistik I			Tugas Akhir Program	
Jumlah SKS	18	20	14	16	18	18	20	20

Rencana studi dengan jumlah SKS maksimal sebesar 21 SKS per semester dapat dilihat pada Tabel 4. Jumlah SKS minimal sebesar 13 SKS pada semester 3. Nilai fungsi objektif 59.

Tabel 4. Rencana Studi Maksimal 21 SKS

Jam Ujian	Semester							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		Komputer I				Metode Matematis I	Metode Numerik	Analisis Numerik
2		Alj. Lin. Elementer I	Kalkulus I				Riset Opr. I	Peng. Ilmu Komunikasi
3	Kimia Dasar I	Geometri		Kalkulus II	Pers. Dif. Biasa	Pemodelan Matematis		
4	ISBD	Fisika Dasar I			Mat. Finansial			Met. Penelitian
5	Pend. Agama	Asas-asas Manajemen			Asuransi I	Analisis Jaringan		Riset Opr. II
6	Pengantar Matematika	Biologi Umum	Peng. Ilmu Ekonomi		Kalkulus III		Metode Matematis II	
7	Bahasa Inggris		Alj. Lin. Elementer II	Himpunan Kabur	Peng. Probabilitas	Aljabar I	Aljabar II	Met. Peramalan
8	Bahasa Indonesia		Fisika Dasar II	Pemrograman Linear	Fungsi Kompleks	Peng. Stat. Mat I		
9	Pend. Kewarganegaraan		Analisis I	Analisis II				
10				Metode Statistik I			Tugas Akhir Program	
Jumlah SKS	21	18	13	16	21	18	21	16

Rencana studi dengan jumlah SKS maksimal sebesar 22 SKS per semester dapat dilihat pada Tabel 5. Jumlah SKS minimal sebesar 10 SKS pada semester 8. Nilai fungsi objektif 59.

Tabel 5. Rencana Studi Maksimal 22 SKS

Jam Ujian	Semester							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		Komputer I				Metode Matematis I	Metode Numerik	Analisis Numerik
2	Peng. Ilmu Komunikasi	Alj. Lin. Elementer I	Kalkulus I				Riset Opr. I	
3	Kimia Dasar I	Geometri		Kalkulus II	Pers. Dif. Biasa	Pemodelan Matematis		
4	Met. Penelitian	Fisika Dasar I	ISBD		Mat. Finansial			
5	Asas-asas Manajemen			Pend. Agama	Asuransi I	Analisis Jaringan		Riset Opr. II
6	Pengantar Matematika	Peng. Ilmu Ekonomi	Biologi Umum		Kalkulus III		Metode Matematis II	
7		Bahasa Inggris	Alj. Lin. Elementer II	Himpunan Kabur	Peng. Probabilitas	Aljabar I	Aljabar II	Met. Peramalan
8	Bahasa Indonesia		Fisika Dasar II	Pemrograman Linear	Fungsi Kompleks	Peng. Stat. Mat I		
9	Pend. Kewarganegaraan			Analisis I		Analisis II		
10				Metode Statistik I			Tugas Akhir Program	
Jumlah SKS	21	18	14	18	21	21	21	10

Rencana studi dengan jumlah SKS maksimal sebesar 23 SKS per semester dapat dilihat pada Tabel 6. Jumlah SKS minimal sebesar 11 SKS pada semester 8. Nilai fungsi objektif 59.

Tabel 6. Rencana Studi Maksimal 23 SKS

Jam Ujian	Semester							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		Komputer I				Metode Matematis I	Metode Numerik	Analisis Numerik
2	Peng. Ilmu Komunikasi	Alj. Lin. Elementer I	Kalkulus I				Riset Opr. I	
3		Geometri	Kimia Dasar I	Kalkulus II	Pers. Dif. Biasa	Pemodelan Matematis		
4	Fisika Dasar I	ISBD			Mat. Finansial		Met. Penelitian	
5	Asas-asas Manajemen	Pend. Agama		Analisis Jaringan	Asuransi I			Riset Opr. II
6	Pengantar Matematika		Peng. Ilmu Ekonomi	Biologi Umum	Kalkulus III		Metode Matematis II	
7	Bahasa Inggris		Alj. Lin. Elementer II	Himpunan Kabur	Peng. Probabilitas	Aljabar I	Met. Peramalan	Aljabar II
8	Bahasa Indonesia	Fisika Dasar II		Pemrograman Linear	Fungsi Kompleks	Peng. Stat. Mat I		
9	Pend. Kewarganegaraan	Analisis I	Analisis II					
10				Metode Statistik I			Tugas Akhir Program	
Jumlah SKS	21	20	14	19	21	15	23	11

Rencana studi dengan jumlah SKS maksimal sebesar 24 SKS per semester dapat dilihat pada Tabel 7. Jumlah SKS minimal sebesar 8 SKS pada semester 3. Nilai fungsi objektif 59.

Tabel 7. Rencana Studi Maksimal 24 SKS

Jam Ujian	Semester							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		Komputer I				Metode Matematis I	Metode Numerik	Analisis Numerik
2	Peng. Ilmu Komunikasi	Alj. Lin. Elementer I	Kalkulus I				Riset Opr. I	
3	Kimia Dasar I	Geometri		Kalkulus II	Pers. Dif. Biasa	Pemodelan Matematis		
4	Met. Penelitian			ISBD	Mat. Finansial		Fisika Dasar I	
5	Asas-asas Manajemen	Pend. Agama			Asuransi I	Analisis Jaringan		Riset Opr. II
6	Pengantar Matematika	Peng. Ilmu Ekonomi	Biologi Umum		Kalkulus III		Metode Matematis II	
7	Bahasa Inggris		Alj. Lin. Elementer II	Himpunan Kabur	Peng. Probabilitas	Aljabar I	Met. Peramalan	Aljabar II
8	Bahasa Indonesia			Pemrograman Linear	Fungsi Kompleks	Peng. Stat. Mat I		Fisika Dasar II
9	Pend. Kewarganegaraan	Analisis I			Analisis II			
10				Metode Statistik I			Tugas Akhir Program	
Jumlah SKS	24	17	8	16	24	18	23	14

Pada tabel rencana studi yang dihasilkan (Tabel 3 sampai dengan Tabel 7) dapat dilihat bahwa walaupun simulasi dilakukan dengan jumlah SKS maksimal berubah-ubah/berbeda-beda sesuai dengan yang ditentukan, tetapi model optimasi dapat memetakan mata kuliah berprasyarat sesuai dengan batasan-batasan lain yang diberikan. Mata kuliah pun dipetakan sesuai dengan jam ujian yang ditetapkan.

3. Penentuan Solusi Model

- Evaluasi Kurikulum Program Studi Matematika didasarkan pada penempatan jam ujian sesuai dengan kurikulum pada Katalog 2012. Kesimpulannya pada jam ujian II.2 ditempatkan 7 mata kuliah yang harus ditempuh mahasiswa. Penempatan sejumlah mata kuliah tersebut menyebabkan kemungkinan panjangnya masa studi mahasiswa (minimal 3,5 semester).
- Penelitian Asmara (2009) tentang optimasi penjadwalan jam ujian didasarkan pada penempatan jam ujian mata kuliah non program studi sesuai dengan kurikulum pada Katalog 2008 dan menempatkan jam ujian mata kuliah program studi sesuai dengan urutan keterkaitan materi mata kuliah. Hasil yang diperoleh adalah pada jam ujian II.2 ditempatkan 7 mata kuliah yang harus ditempuh mahasiswa. Penempatan sejumlah mata kuliah tersebut menyebabkan kemungkinan panjangnya masa studi mahasiswa (minimal 3,5 semester).
- Penelitian Asmara dan Suroyo (2011) melakukan pemetaan mata kuliah berdasarkan pada penempatan jam ujian sesuai dengan kurikulum pada Katalog 2012 namun belum melihat keterkaitan mata kuliah. Hasilnya adalah seperti pada hasil evaluasi kurikulum program studi Matematika di atas. Yaitu pada jam ujian II.2 ditempatkan 7 mata kuliah yang harus ditempuh mahasiswa. Penempatan sejumlah mata kuliah tersebut menyebabkan kemungkinan panjangnya masa studi mahasiswa (minimal 3,5 semester)
- Penelitian ini akan mengkombinasikan metode evaluasi kurikulum program studi Matematika dan metode penelitian Asmara (2009). Diharapkan hasil penelitian ini akan menempatkan mata kuliah pada jam ujian II.2 pada jam ujian yang lain sehingga jumlah mata kuliah di setiap jam ujian berjumlah maksimal 6 jam ujian. Penempatan mata kuliah ini juga berdasarkan keterkaitan mata kuliah program studi. Langkah selanjutnya dalam pengembangan model ini adalah melihat hasil implementasi model terhadap jumlah SKS yang harus ditempuh setiap semester.

4. Verifikasi Model

5. Implementasi Model

D. Analisis Hasil Implementasi Model

Dari rencana studi yang dihasilkan (Tabel 2 sampai dengan Tabel 6) dapat dilihat bahwa model optimasi dapat memetakan mata kuliah berprasyarat sesuai dengan batasan-batasan yang diberikan walaupun simulasi dilakukan dengan jumlah SKS maksimal bervariasi.

Analisis Hasil Pemetaan Mata Kuliah Berprasyarat (Model 1)

Untuk menganalisis hasil simulasi model tersebut, didefinisikan bahwa rencana studi di atas dikategorikan baik jika memenuhi kebutuhan mahasiswa dan pengambil kebijakan institusi (PS Matematika FMIPA UT). Dalam hal ini, kelima rencana studi hasil simulasi model sudah memenuhi batasan-batasan yang diberikan meliputi jumlah maksimal SKS, urutan keterkaitan materi, dan kesesuaian jam ujian yang diberikan. Pemetaan terhadap mata kuliah yang mempunyai keterkaitan materi sesuai dengan yang diinginkan, yaitu mata kuliah yang menjadi prasyarat bagi mata kuliah lainnya dipetakan terlebih dahulu pada semester sebelum mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat.

Dari kelima rencana studi yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa rencana studi dengan jumlah SKS maksimal 21 dan 23 per semester lebih baik dari pada 20, 22, dan 24 SKS per semester. Hal ini dikarenakan pada rencana studi dengan jumlah SKS maksimal 20 per semester mata kuliah Kimia Dasar I dan Biologi Umum dipetakan pada semester 8. Pada rencana studi maksimal 22 SKS per semester mata kuliah Metodologi Penelitian dipetakan pada semester 1. Untuk rencana studi maksimal 24 SKS, mata kuliah Metodologi Penelitian dipetakan pada semester 1 serta Fisika Dasar I dan Fisika Dasar II dipetakan pada semester 7 dan 8.

Pemetaan mata kuliah tersebut kurang tepat karena mata kuliah Kimia Dasar I, Biologi Umum, Fisika Dasar I, dan Fisika Dasar II merupakan mata kuliah yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan tidak menjadi prasyarat bagi mata kuliah lainnya, sehingga mata kuliah ini disarankan diregistrasi pada tahun pertama (semester 1 atau 2). Sedangkan mata kuliah Metodologi Penelitian merupakan mata kuliah yang tidak mempunyai keterkaitan materi dengan mata kuliah lain dan biasanya bermanfaat bagi mahasiswa untuk membuat suatu penelitian atau karya ilmiah, sehingga sebaiknya diregistrasi pada tahun ke empat (semester 7 atau 8).

Sedangkan pemetaan mata kuliah pada rencana studi dengan jumlah maksimal 21 dan 23 SKS per semester lebih baik karena mata kuliah umum (ISBD, Pendidikan Kewarganegaraan, Pendidikan Agama, Bahasa Inggris, Bahasa Indonesia) dan mata kuliah dasar (Kimia Dasar I, Fisika Dasar I, dan Biologi Umum) dipetakan pada tahun pertama dan ke dua. Sedangkan mata kuliah Metodologi Penelitian dipetakan pada semester 7 bersamaan dengan Tugas Akhir Program.

Analisis Hasil Pemetaan Mata Kuliah (Model 2)

KESIMPULAN

Masalah pemetaan mata kuliah berprasyarat pada rencana studi mahasiswa di Universitas Terbuka, khususnya PS Matematika dapat diselesaikan dengan model matematis. Dengan menetapkan batasan jumlah maksimal SKS per semester, hubungan keterkaitan materi mata kuliah, dan kesesuaian jam ujian maka penelitian ini menghasilkan model optimasi yang memaksimalkan hubungan keterkaitan materi dengan memetakan mata kuliah berprasyarat secara berurutan. Hasil simulasi model 1 berupa lima rencana studi bagi mahasiswa PS Matematika. Dari analisis hasil simulasi tersebut ditunjukkan bahwa rencana studi dengan jumlah maksimal 21 dan 23 SKS per semester lebih baik dari pada 20, 22, dan 24 SKS per semester. Sedangkan hasil simulasi optimum model 2 berupa pemetaan mata kuliah PS dengan jumlah maksimal 21 SKS.

Hasil model 1 berupa rencana studi yang dapat digunakan sebagai bahan rekomendasi untuk memberikan layanan bimbingan akademik bagi mahasiswa PS Matematika. Sedangkan model 2 berupa pemetaan mata kuliah PS yang merekomendasikan jam ujian mata kuliah PS. Pemetaan ini untuk memberikan kesempatan bagi mahasiswa menempuh pendidikannya lebih singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Daskalaki S, Birbas T, Housos E. 2004. *An integer programming formulation to a case study in university timetabling*. *Eur J Operat Res* 153:117-135.
- Hinkin TR, Thompson GM. 2002. *Schedul Expert: scheduling courses in Cornell University School of Hotel Administration*. *Interfaces* 32:45-57.
- Hillier FS, Lieberman GJ. 1995. *Introduction to Operations Research*. Ed ke-6. New York: McGraw-Hill.
- Nash SG, Sofer A. 1996. *Linear and Nonlinear Programming*. New York: McGraw-Hill.
- Nemhauser GL. 1999. *Integer and Combinatorial Optimization*. New York: John Wiley & Sons.
- Ng PH, Martin LM. 2002. *Classroom scheduling problems: a discrete optimization approach*. *UMAP J* 23(1):57-66.
- Taha HA. 2003. *Operations Research : An Introduction*. Ed ke-7. Upper Saddle River: Pearson Education.
- Tarigan AI, Aman A, Hanum F. 2009. Model optimasi jadwal ujian dan implementasinya pada Universitas Terbuka [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Tarigan AI, Suroyo. 2011. Pengembangan model optimasi paket arahan mata kuliah di Program Studi Matematika FMIPA-UT. Jakarta: Universitas Terbuka.
- [UT] Universitas Terbuka. 2011. *Katalog Universitas Terbuka 2012*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Tim Pengembang Deskripsi Mata Kuliah UT. 2012. *Deskripsi Mata Kuliah UT Tahun 2012*. Tangerang Selatan : Universitas Terbuka.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel 2 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Peternakan

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	ADBI4210	3	I.1	1	LUHT4326	2	I.1	1	LUHT4429	3	I.1	1	LUHT4500	4	0,2	
2	BIOL4119	2	I.3	2	ISIP4216	3	II.2	2	LUHT4311	3	II.2	2	LUHT4441	2	II.1					
3	KIMD4110	3	I.3	3	LUHT4208	2	II.5	3	LUHT4312	2	I.5	3	LUHT4447	2	I.1					
4	LUHT4108	2	II.5	4	LUHT4210	3	I.1	4	LUHT4327	3	I.2	4	LUHT4452	2	I.2					
5	MKDU4110	3	II.3	5	LUHT4211	3	I.2	5	LUHT4328	2	I.3	5	LUHT4449	2	I.4					
6	MKDU4111	3	II.4	6	LUHT4214	3	I.5	6	LUHT4329	3	II.1	6	LUHT4451	3	I.5					
7	SKOM4101	3	I.2	7	LUHT4213	2	I.5	7	LUHT4330	3	II.5	7	LUHT4490	1	99					
8	ISIP4111	3	I.5	8	LUHT4217	2	II.4	8	LUHT4343	2	II.4	8	LUHT4491	4	99					
9	ISIP4112	3	II.1	9	LUHT4219	2	II.5	9	LUHT4353	2	I.4	9	BIOL4417	3	II.3					
10	MKDU4107	3	II.2	10	LUHT4232	2	I.5	10	LUHT4354	2	I.3	10	ESPA4415	3	II.1					
				11	LUHT4234	3	I.4	11	SKOM4316	3	I.4	11	SATS4411	3	I.1					
				12	LUHT4235	3	I.1	12	LUHT4339/4340	3	II.3									
				13	MKDU422x	3	I.5	13	ADPU4330	2	I.4									
				14	ADPU4218	3	II.2	14	LUHT4334	3	II.3									
				15	EKMA4212	2	II.3	15	SOSI4303	3	I.2									
				16	ISIP4215	3	II.3	16	SOSI4305	3	II.5									
								17	LUHT4349	2	II.2									
Total		28				42				43				28				4		145

Lampiran 2

Tabel 3 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Agribisnis bidang minat Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	ADBI4210	3	I.1	1	LUHT4338	3	I.3	1	LUHT4429	3	I.1	1	LUHT4500	4	0,2	
2	BIOL4119	2	I.3	2	ISIP4216	3	II.2	2	LUHT4311	3	II.2	2	LUHT4434	3	II.1					
3	KIMD4110	3	I.3	3	LUHT4208	2	II.5	3	LUHT4312	2	I.5	3	LUHT4443	3	II.1					
4	LUHT4108	2	II.5	4	LUHT4210	3	I.1	4	LUHT4327	3	I.2	4	LUHT4449	2	I.4					
5	MKDU4110	3	II.3	5	LUHT4211	3	I.2	5	LUHT4328	2	I.3	5	LUHT4453	2	I.2					
6	MKDU4111	3	II.4	6	LUHT4215	3	II.5	6	LUHT4329	3	II.1	6	LUHT4455	3	I.2					
7	SKOM4101	3	I.2	7	LUHT4213	2	I.5	7	LUHT4330	3	II.5	7	LUHT4490	1	99					
8	ISIP4111	3	I.5	8	LUHT4217	2	II.4	8	LUHT4343	2	II.4	8	LUHT4491	4	99					
9	ISIP4112	3	II.1	9	LUHT4219	2	II.5	9	LUHT4353	2	I.4	9	BIOL4417	3	II.3					
10	MKDU4107	3	II.2	10	LUHT4232	2	I.5	10	LUHT4354	2	I.3	10	ESPA4415	3	II.1					
				11	LUHT4234	3	I.4	11	SKOM4316	3	I.4	11	SATS4411	3	I.1					
				12	LUHT4235	3	I.1	12	LUHT4335	3	II.3									
				13	MKDU422x	3	I.5	13	ADPU4330	2	I.4									
				14	ADPU4218	3	II.2	14	SOSI4303	3	I.2									
				15	EKMA4212	2	II.3	15	SOSI4305	3	II.5									
				16	ISIP4215	3	II.3	16	LUHT4351	2	I.1									
Total		28				42				41				30				4		145

Lampiran 3

Tabel 4 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Biologi

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	BIOL4212	2	II.1	1	BIOL4311	2	II.4	1	BIOL4440	1	99	1	SATS4510	3	I.4	
2	MATA4110	3	I.2	2	BIOL4215	3	I.2	2	BIOL4312	2	II.5	2	BIOL4441	1	99	2	BIOL4500	6	0.2	
3	BIOL4115	2	I.2	3	BIOL4219	3	I.3	3	BIOL4314	3	II.1	3	BIOL4442	1	99					
4	BIOL4117	2	I.1	4	BIOL4221	2	I.4	4	BIOL4317	2	II.4	4	BIOL4443	1	99					
5	BIOL4119	2	I.3	5	BIOL4223	3	I.2	5	BIOL4318	3	I.2	5	BIOL4444	1	99					
6	MKDU4107	3	II.2	6	BIOL4225	2	I.1	6	BIOL4322	2	II.3	6	BIOL4445	1	99					
7	MKDU4109	3	I.4	7	MKDU422X	3	I.5	7	BIOL4324	2	II.2	7	BIOL4446	1	99					
8	MKDU4110	3	II.3	8	PEKI4203	2	I.4	8	BIOL4341	1	99	8	BIOL4447	1	99					
9	MKDU4111	3	II.4	9	BIOL4214	3	II.3	9	PEBI4317	3	II.1	9	BIOL4448	1	99					
10	SATS4121	3	II.5	10	BIOL4217	2	II.4	10	BIOL4326	3	II.1	10	BIOL4449	1	99					
11	ISIP4111	3	I.5	11	BIOL4227	3	I.3	11	BIOL4327	3	II.5	11	BIOL4450	1	99					
12	KIMD4101	3	I.3					12	BIOL4328	3	II.5	12	BIOL4451	1	99					
								13	ESPA4317	3	I.2	13	BIOL4452	1	99					
												14	BIOL4411	3	I.1					
												15	BIOL4412	3	II.4					
												16	BIOL4413	3	I.4					
												17	BIOL4415	3	I.3					
												18	BIOL4417	3	II.3					
												19	BIOL4420	3	I.5					
												20	BIOL4421	3	II.5					
												21	BIOL4423	3	II.1					
												22	BIOL4424	3	II.4					
												23	PEBI4426	2	I.1					
Total		33				28				32				42				9		144

Lampiran 4

Tabel 5 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Matematika

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	KIMD4110	3	I.3	1	FISD4211	3	I.4	1	MATA4320	3	II.4	1	SATS4410	3	II.3	1	SATS4510	3	I.4	
2	MATA4110	3	I.2	2	FISD4212	3	II.3	2	MATA4321	4	II.2	2	MATA4431	4	I.1	2	MATA4500	6	0.2	
3	MATA4111	4	I.3	3	MATA4210	4	II.1	3	MATA4322	4	II.3	3	MATA4432	4	II.1					
4	MATA4112	2	I.2	4	MATA4213	4	I.1	4	MATA4323	4	I.3	4	MATA4436	4	II.2					
5	MATA4113	2	II.2	5	MATA4220	2	II.4	5	MATA4324	4	I.3	5	MATA4443	3	I.5					
6	MKDU4107	3	II.2	6	MATA4221	4	I.3	6	MATA4332	4	I.1									
7	MKDU4109	3	I.4	7	MKDU422X	3	I.5	7	MATA4343	3	I.2									
8	MKDU4110	3	II.3	8	MATA4230	3	II.3	8	MATA4344	3	I.5									
9	MKDU4111	3	II.4	9	MATA4232	3	II.2	9	MATA4350	3	I.4									
10	SATS4111	3	I.1	10	SATS4221	3	II.2	10	SATS4311	3	I.5									
11	SATS4121	3	II.5					11	SATS4323	3	II.2									
12	BIOL4110	3	II.1																	
13	ISIP4111	3	I.5																	
14	ISIP4112	3	II.1																	
15	MATA4101	3	II.1																	
16	SKOM4101	3	I.2																	
Total		47				32				38				18				9		144

Lampiran 5

Tabel 6 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Statistika

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	SATS4210	3	I.2	1	SATS4310	3	II.4	1	SATS4410	3	II.3	1	SATS4510	3	I.4	
2	MATA4110	3	I.2	2	SATS4211	3	II.2	2	SATS4312	3	II.5	2	SATS4411	3	I.1	2	SATS4500	6	0.2	
3	EKMA4116	4	II.5	3	SATS4212	3	II.1	3	SATS4321	3	II.1	3	SATS4420	3	II.2	3	ADBI4531	3	II.5	
4	ESPA4110	3	II.2	4	SATS4220	3	II.3	4	SATS4322	3	II.4	4	SATS4421	3	I.2					
5	ESPA4111	3	II.4	5	SATS4221	3	II.2	5	MATA4343	3	I.2	5	ADPU4442	3	II.4					
6	MKDU4107	3	II.2	6	SATS4222	3	I.1	6	SATS4324	3	II.3	6	SATS4412	3	I.5					
7	MKDU4109	3	I.4	7	MKDU422X	3	I.5	7	SATS4323	3	II.2	7	SATS4422	3	II.4					
8	MKDU4110	3	II.3	8	SATS42231	3	II.5	8	SATS4311	3	I.5	8	SATS4423	3	I.3					
9	MKDU4111	3	II.4	9	FISD4211	3	I.4	9	SATS4313	3	I.3									
10	SATS4111	3	I.1	10	SATS4213	3	I.1	10	ESPA4312	3	II.1									
11	SATS4120	3	I.5	11	SATS4224	3	I.2													
12	SATS4121	3	II.5																	
13	SATS4122	3	II.1																	
14	ISIP4110	3	I.2																	
15	KIMD4101	3	I.3																	
		46				33				30				24				12		145

Lampiran 6

Tabel 7 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	BIOL4110	3	II.1	1	ADBI4210	3	I.1	1		3	I.5	1	PANG4411	3	II.4	1	PANG4500	6	0,2	
2	EKMA4116	4	II.5	2	BIOL4223	3	I.2	2	LUHT4353	2	I.4	2	PANG4412	2	II.2					
3	ESPA4113	3	I.3	3	FISD4211	3	I.4	3	PANG4311	2	I.5	3	PANG4413	2	I.1					
4	KIMD4110	3	I.3	4	PANG4211	3	I.1	4	PANG4312	3	II.5	4	PANG4422	2	99					
5	MKDU4107	3	II.2	5	PANG4213	3	II.4	5	PANG4313	2	I.3	5	PANG4423	2	99					
6	MKDU4110	3	II.3	6	PANG4214	3	II.3	6	PANG4314	2	I.2	6	PANG4424	2	99					
7	MKDU4111	3	II.4	7	PANG4215	3	II.1	7	PANG4315	3	II.1	7	PANG4427	1	99					
				8	PANG4221	2	I.1	8	PANG4317	2	II.2	8	PANG4428	2	99					
				9	PANG4222	3	II.3	9	PANG4318	2	II.4	9	ADBI4410	3	II.1					
				10	PANG4223	3	I.4	10	PANG4321	2	I.5	10	SKOM4432	3	II.5					
				11	PANG4224	2	I.2	11	PANG4322	2	I.2									
				12	PANG4225	2	I.2	12	PANG4323	2	I.4									
				13	PANG4226	2	I.3	13	PANG4324	2	II.4									
				14	PANG4227	2	I.5	14	PANG4325	3	II.1									
				15	PANG4228	2	II.5	15	PEBI4327	3	II.2									
				16	PEKI4203	2	I.4	16	LUHT4354	2	I.3									
				17	PEKI4206	3	I.3													
				18	SATS4222	3	I.1													
				19	MKDU422X	3	I.5													
				20	EKMA4212	2	II.3													
				21	EKMA4216	3	I.4													
				22	PANG4212	2	I.5													
		22				57				37				22				6		144

Tabel 8 Pemetaan Mata Kuliah Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota bidang minat Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan

No.	Tahun ke-1			No.	Tahun ke-2			No.	Tahun ke-3			No.	Tahun ke-4			No.	Tahun ke-5			Total
	Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian		Mata kuliah	SKS	Jam Ujian	
1	PWKL4101	3	I.3	1	BIOL4215	3	I.2	1	PWKL4301	3	I.1	1	ADPU4433	3	I.3	1	ESPA4524	3	II.3	
2	PWKL4102	3	I.1	2	PWKL4201*	3	II.1	2	PWKL4303*	3	II.3	2	PWKL4401	3	I.1	2	PWKL4500	6	0.2	
3	PWKL4103	3	I.3	3	PWKL4202*	3	I.2	3	PWKL4304*	4	99	3	PWKL4403	3	I.4					
4	PWKL4104	3	I.4	4	PWKL4203*	3	II.2	4	PWKL4305*	3	I.1	4	PWKL4406*	2	II.4					
5	ISIP4112	3	II.1	5	PWKL4204*	3	II.2	5	PWKL4308*	3	II.1	5	PWKL4408*	5	99					
6	MKDU4107	3	II.2	6	PWKL4205*	3	99	6	PWKL4309	3	II.4	6	BIOL4417	3	II.3					
7	PWKL4105	2	II.4	7	MKDU422X	3	I.5	7	PWKL4302*	3	I.4	7	PWKL4402*	3	I.2					
8	MKDU4110	3	II.3	8	PWKL4207*	3	I.5	8	PWKL4310	3	II.5	8	PWKL4404	3	II.1					
9	MKDU4111	3	II.4	9	PWKL4208*	3	II.1	9	PWKL4306	3	I.3	9	PWKL4405*	2	II.2					
10	PWKL4106	2	II.5	10	PWKL4209*	3	II.4	10	PWKL4307	2	I.5	10	PWKL4407	3	II.5					
11	PWKL4107	3	II.4	11	ISIP4215	3	II.3					11	PWKL4409	3	I.3					
				12	PWKL4206	2	I.4													
				13	PWKL4210	3	II.5													
				14	ISIP4216	3	II.2													
				15	ESPA4219	3	I.2													
		31				44				30				33			9			147

